

(1) Japanese Patent Application Laid-Open No. 11-243166 (1999)

"RESIN-SEALED TYPE SEMICONDUCTOR DEVICE"

The following is an English translation of an extract of the above application.

5 A resin-sealed type semiconductor device disclosed here comprises a semiconductor chip 1, a lead frame 2 on which the semiconductor chip 1 is mounted, and a heat sink 3 arranged on the reverse side of a die pad portion 2a of the lead frame 2 with a narrow insulating space interposed therebetween. In the resin-sealed type semiconductor device in which these members are integrally sealed with a molding resin 4, at least one of
10 the die pad portion 2a of the lead frame 2 or the heat sink 3, for instance, a protrusion 3a protruding toward the die pad portion 2a is provided to the heat sink 3, the end face and peripheral surface of the protrusion 3a are covered with an insulating resin layer 7, the lead frame 2 is superimposed on the heat sink 3, and then their surroundings are integrally sealed with molding resin 4.

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-243166

(43)公開日 平成11年(1999)9月7日

(51)Int.Cl.⁶
H 01 L 23/36
23/28

識別記号

F 1
H 01 L 23/36
23/28

D
B

審査請求 未請求 請求項の数 6 OL (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平10-42242
(22)出願日 平成10年(1998)2月24日

(71)出願人 000005234
富士電機株式会社
神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号
(72)発明者 前田 寛彦
神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号
富士電機株式会社内
(72)発明者 岩井田 武
神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号
富士電機株式会社内
(72)発明者 永友 寿美
神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号
富士電機株式会社内
(74)代理人 弁理士 篠部 正治

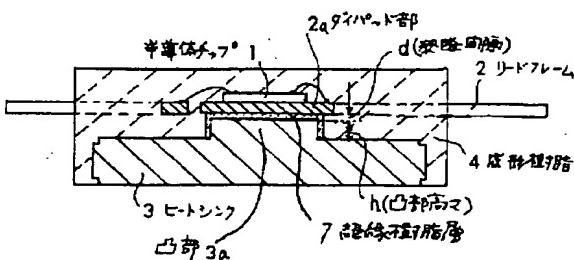
最終頁に続く

(54)【発明の名称】樹脂封止型半導体装置

(57)【要約】

【課題】半導体チップをマウントしたリードフレームとヒートシンクとの間の放熱経路の熱抵抗を低く抑えつつ、一方では両者間に高い絶縁耐力が確保できるように改良して高信頼性の樹脂封止型半導体装置を得る。

【解決手段】半導体チップ1と、半導体チップをマウントしたリードフレーム2と、該リードフレームのダイバッド部2aの裏面側に狭隘な絶縁間隔を隔てて対向配置したヒートシンク3となり、これら各部材を一体に成形樹脂4で封止した樹脂封止型半導体装置において、リードフレームのダイバッド部、ヒートシンクの少なくとも一方の部材、例えばヒートシンクにダイバッド部に向けて膨出する凸部3aを形成するとともに、該凸部の端面、および周面を絶縁樹脂層7で覆い、このヒートシンクの上にリードフレームを重ね合わせた状態でその周囲を成形樹脂で一体に封止する。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】半導体チップと、半導体チップをマウントしたリードフレームと、該リードフレームのダイバッド部の裏面側に狭隘な絶縁間隔を隔てて対向配置したヒートシンクとからなり、これら各部材を一体に成形樹脂で封止した樹脂封止型半導体装置において、リードフレームのダイバッド部、ヒートシンクの少なくとも一方の部材に、対向部材に向けて膨出する凸部を形成するとともに、該凸部の端面、および周面を絶縁樹脂層で覆い、ヒートシンクの上にリードフレームを重ね合わせた状態でその周域を成形樹脂により封止したことを特徴とする樹脂封止型半導体装置。

【請求項2】請求項1記載の半導体装置において、凸部の表面に絶縁間隔に相応した厚さを有する良伝熱性の接着性絶縁シートを被覆して絶縁樹脂層を形成したことを特徴とする樹脂封止型半導体装置。

【請求項3】請求項1記載の半導体装置において、凸部の表面に絶縁間隔に相応した厚さに良伝熱性の液状樹脂をコーティングして絶縁樹脂層を形成したことを特徴とする樹脂封止型半導体装置。

【請求項4】半導体チップと、半導体チップをマウントしたリードフレームと、該リードフレームのダイバッド部の裏面側に狭隘な絶縁間隔を隔てて対向配置したヒートシンクとからなり、リードフレームのダイバッド部とヒートシンクとの間に絶縁間隔保持用の絶縁スペーサを介在させた上で、前記絶縁間隔を含めて前記各部材を一体に成形樹脂で封止した樹脂封止型半導体装置において、リードフレームのダイバッド部、ヒートシンクの少なくとも一方の部材に、対向部材に向けて膨出する凸部を形成するとともに、前記絶縁スペーサを凸部の外側に配してヒートシンクとリードフレームとの間に介挿し、この状態で成形樹脂により封止したことを特徴とする樹脂封止型半導体装置。

【請求項5】請求項4記載の半導体装置において、絶縁スペーサに接着性絶縁シート、ないし硬化済の樹脂片を用いたことを特徴とする樹脂封止型半導体装置。

【請求項6】請求項4記載の半導体装置において、凸部の周面、およびリードフレームのダイバッド部とこれに対向するヒートシンクとの間の狭隘な絶縁間隔を成形樹脂とは別な良伝熱性の絶縁樹脂層で封止したことを特徴とする樹脂封止型半導体装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、パワースイッチング素子に適用するIGBTなどのパワーモジュールを対象としたヒートシンク付きの樹脂封止型半導体装置に関する。

【0002】

【従来の技術】頭記の樹脂封止型半導体装置として、図8で示すように半導体チップ1をマウントして所定のワ

2

イヤボンディングを施したリードフレーム2と、該リードフレーム2のダイバッド部(半導体チップを搭載するアイランド)2aの裏面側に対向配置した放熱用のヒートシンク3との周域を成形樹脂4で一体に封止してパッケージングした構成のものが公知である。

【0003】また、特に樹脂パッケージに複数の半導体チップを組み込んだモジュールでは、電圧印加を受ける半導体チップ1とヒートシンク(接地側)3との間を電気的に絶縁するために、図示のようにリードフレーム2のダイバッド2aとヒートシンク3との間を隔離した上で、この部分に成形樹脂4を充填して所要の絶縁耐力を確保するようにしている。この場合に、リードフレーム2とヒートシンク3との間の伝熱抵抗を極力抑えて高い放熱性を得るには、両者間の間隔は所要の絶縁耐力を保てる範囲でできる限り小さく、例えば100~300μm程度の狭隘な間隔に抑えるようにする必要がある。

【0004】しかしながら、リードフレーム2とこれに対向するヒートシンク3との間の間隔をμmオーダーの狭隘な間隔にすると、成形金型にリードフレーム2、ヒ

20 ドフレーム2とヒートシンク3をインサートして樹脂封止を行う際に、リードフレーム2とヒートシンク3とが接触したり、モールド中に金型のキャビティ内を流動する成形樹脂の流れでリードフレーム2がヒートシンク3に接触して短絡状態になったり、接触しないまでも間隔が狭まって所要の絶縁耐圧が確保できないことがある。

【0005】そこで、特公平3-63822号公報では、図9で示すようにリードフレーム2に半導体チップ1をマウントしてワイヤボンディングを施した仮組立の状態でその周域(リードフレーム2の下面を露呈させておく)を成形樹脂5で1回目の封止を行い、続く2回目の樹脂封止ではヒートシンク3を含めて前記の仮組立体を成形樹脂4で一体に封止するようにしている。さらに、1回目の樹脂封止の際に樹脂ブロックの下面(リードフレーム2の裏面側)に突起5aを同時に成形しておき、2回目の樹脂封止では前記の仮組立体を突起5aを介してヒートシンク3の上に重ね合わせて成形樹脂4により封止し、この樹脂封止によりリードフレーム2とヒートシンク3との間に樹脂4で充填された狭隘な絶縁間隔を確保するようにした構成のものも知られている。

【0006】また、前記方法とは別に、この発明と同一出願人より先に提案した特願平9-271809号の樹脂封止型半導体装置では、図10で示すようにリードフレーム2とヒートシンク3との間に、固定手段として両面接着テープなどの絶縁シートを用いた絶縁スペーサ6を介在して所要の絶縁間隔を保持し、この組立て状態で成形金型にインサートして成形樹脂4により封止するようしている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】前記した構成によれば、樹脂ブロックから下方に突き出した樹脂突起5a

(図9参照)、あるいは絶縁スペーサ6(図10参照)の介在により、リードフレーム2のダイバッド部2aとヒートシンク3との間に成形樹脂4で充填された狭隘な絶縁間隔が保持できるものの、一方では前記した樹脂突起5a、絶縁スペーサ6と成形樹脂4との間の界面に起因して次に記すような絶縁耐力低下の問題が派生する。【0008】すなわち、リードフレーム2(高電圧側)とこれに対向するヒートシンク3(接地側)との間にまたがり、狭隘な絶縁間隔内に封止用の成形樹脂4と樹脂突起5a、あるいは絶縁スペーサ6が複合材の形で併存していると、複合材の界面に沿って貫通絶縁破壊が生じ易くなる。この界面の絶縁破壊特性については、論文「エポキシ注型レジンと埋込物の界面の絶縁破壊特性」(門谷建蔵、他4名:昭和60年電気学会東京支部大会の講演予稿論文集に掲載)にも述べられており、その破壊電圧は樹脂間の界面長さが短い程小さくなり、特に誘電率が異なる異種樹脂間の界面では不平等な電界集中により発生するトリーイング絶縁破壊の影響も受け、これにより樹脂単独の絶縁耐力と較べて破壊電圧が約30%も大きく低下するようになる。

【0009】かかる点、図9、図10の構成では、リードフレーム2とヒートシンク3とが狭隘な絶縁間隔を隔てて平坦面同士で対向している。したがって、リードフレーム2とヒートシンク3との間にまたがる異種樹脂間の界面長さは、狭隘な絶縁間隔に相応して僅か100~300μm程度である。したがって、このままでは半導体装置の通電に伴い樹脂間の界面に沿ってリードフレーム2とヒートシンク3との間に貫通絶縁破壊が発生して絶縁不良を引き起こすおそれがある。

【0010】この発明は上記の点にかんがみなされたものであり、リードフレームとヒートシンクとの間の伝熱抵抗を低く抑えて高い放熱性を得つつ、一方では両者間に高い絶縁耐力が確保できるように改良した高信頼性の樹脂封止型半導体装置を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するためには、この発明では樹脂封止型半導体装置を次記のように構成するものとする。

(1) 請求項1の発明では、半導体チップと、半導体チップをマウントしたリードフレームと、該リードフレームのダイバッド部の裏面側に狭隘な絶縁間隔を隔てて対向配置したヒートシンクとかなり、これら各部材を成形樹脂で一体に封止した樹脂封止型半導体装置において、リードフレームのダイバッド部、ヒートシンクの少なくとも一方の部材に、対向部材に向けて膨出する凸部を形成するとともに、該凸部の端面、および周面を絶縁樹脂層で覆い、ヒートシンクの上にリードフレームを重ね合わせた状態でその周域を成形樹脂により封止するものとし、ここでの具体的な態様として、前記の絶縁樹脂層を、凸部の表面に絶縁間隔に相応した厚さを有する良伝

熱性の接着性絶縁シートを被覆して形成する(請求項2)、あるいは凸部の表面に絶縁間隔に相応した厚さに良伝熱性の液状樹脂をコーティングして形成する(請求項3)。

【0012】上記構成によれば、半導体チップをマウントしたリードフレームのダイバッド部とヒートシンクとの間の放熱経路となる狭隘な絶縁間隔(50~300μm)が凸部の端面領域に形成されており、これに対して半導体チップの放熱に殆ど関与しない凸部から外れた領域

10 域では、リードフレームとヒートシンクとの間の間隔が拡大(例えば500~2000μm)する。そして、この凸部の端面、周面を均質な良伝熱性の絶縁樹脂で覆い、その外周側を成形樹脂で封止することにより、絶縁樹脂/封止樹脂間の界面が間隔の拡大した領域に形成され、狭隘な絶縁間隔の領域内には界面が存在しなくなる。

【0013】これにより、リードフレームとヒートシンクとの間の放熱経路領域での熱抵抗を低く抑えつつ、一方ではリードフレームとヒートシンクの間にまたがる樹脂間の界面の長さが大きくなるので、界面に起因する絶縁破壊電圧が高まって絶縁耐力が増強される。

(2) また、請求項4の発明では、半導体チップと、半導体チップをマウントしたリードフレームと、該リードフレームのダイバッド部の裏面側に狭隘な絶縁間隔を隔てて対向配置したヒートシンクとかなり、リードフレームのダイバッド部とヒートシンクとの間に絶縁間隔保持用の絶縁スペーサを介在させた上で、前記絶縁間隔を含めて前記各部材を成形樹脂で封止した樹脂封止型半導体装置において、リードフレームのダイバッド部、ヒート

30 シンクの少なくとも一方の部材に、対向部材に向けて膨出する凸部を形成するとともに、前記の絶縁スペーサを凸部の外側位置に配してヒートシンクとリードフレームとの間に介挿し、この状態で成形樹脂により封止して構成するものとし、ここでの具体的な態様として、前記の絶縁スペーサに接着性絶縁シート、ないし硬化済の樹脂片を用い(請求項5)、さらには前記凸部の周面、およびリードフレームのダイバッド部とこれに対向するヒートシンクとの間の狭隘な絶縁間隔を成形樹脂とは別な良伝熱性の絶縁樹脂層で封止する(請求項6)などの構成がある。

【0014】この構成によれば、封止樹脂/絶縁スペーサ間の界面が狭隘な絶縁間隔から外れて凸部外周域の間隔の拡大した領域に形成され、狭隘な絶縁間隔の領域内には界面が存在しなくなる。したがって、前項(1)の構成と同様に界面長が増大して高い絶縁耐力が確保されるようになる。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、この発明の実施の形態を図1~図7に示す実施例に基づいて説明する。なお、図示実施例において図8~図10に対応する同一部材には同

じ符号が付してある。

【実施例1】図1はこの発明の請求項1に対応する実施例を示すものである。この実施例の半導体装置は、基本的に図8に示した従来構成と同様であるが、特にヒートシンク3には、リードフレーム2のダイバッド部2aと対向して半導体チップ1の直下面域にリードフレーム2の裏面に向けて膨出する凸部3aが形成されており、この凸部3aの端面（頂面）、および周面を絶縁樹脂層7で覆った上で、凸部3aの上に半導体チップ1をマウントしたリードフレーム2を搭載し、この状態で各部材の周域が成形樹脂4で封止された構造になる。

【0016】ここで、図示の組立構造では、リードフレーム2のダイバッド部2aとヒートシンク3の凸部3aとの間の伝熱経路として機能する狭隘な絶縁間隔dは50～300μm程度に設定するものとして、この絶縁間隔dに相応した厚さをもった伝熱性の高い接着性絶縁シートを凸部3aの端面、周面を継ぎ目なく覆うように被着するか、あるいは液状樹脂（カチオン重合エポキシ系樹脂）として無機フィラー（結晶性シリカなど）を混合して熱伝導率を高めたエポキシ樹脂（λ=3～3.5W/mK）を凸部3aの端面、周面にコーティングして絶縁樹脂層7を形成している。また、凸部3aの高さhは100μm～2mmに設定し、凸部3aの外周域ではリードフレーム2とヒートシンク3との間の間隔がd+hに拡大するようしている。

【0017】かかる構成によれば、リードフレーム2とヒートシンク3との間にまたがる成形樹脂4／絶縁樹脂層7間の界面が凸部3aの外周側に形成され、その界面長（d+h）は狭隘な絶縁間隔dに較べて6～10倍に拡大する。これにより、リードフレーム2とヒートシンク3との間の伝熱抵抗を増大させることなく、成形樹脂4／絶縁樹脂層7間の界面に起因して電圧印加時に生じる貫通絶縁破壊が起きにくくなり、従来構造と較べて絶縁耐力が向上する。

【0018】【実施例2】図2は先記実施例1の応用実施例を示すものである。この実施例においては、図1とは逆にリードフレーム2のダイバッド部2aにヒートシンク3に向けて膨出する凸部2bを形成し、かつこの凸部2bの端面、周面を絶縁樹脂層7で封止した上で両者の間に半導体チップ1の放熱経路となる狭隘な絶縁間隔を確保するようしている。ここで、絶縁樹脂層7で覆われた絶縁間隔d、および凸部2bの高さhは実施例1と同様に設定されており、これによりリードフレーム2とヒートシンク3との間で高い放熱性と高い絶縁耐力が確保できる。

【0019】【実施例3】図3は実施例2とさらに異なる応用実施例を示すものであり、この実施例においては、リードフレーム2のダイバッド部2aの裏面、およびヒートシンク3の上面にそれぞれ向かい合う凸部2b、3aが形成されており、かつ凸部2b、3aの端面、周

面を絶縁樹脂層7で封止した上で、凸部2bと3aの端面を重ね合わせて両者間に半導体チップ1の放熱経路となる狭隘な絶縁間隔を保持するようにしてリードフレーム2とヒートシンク3との間で高い放熱性と高い絶縁耐力を確保するようしている。

【0020】また、前記した実施例2、3に適用するリードフレーム2の変形例を図4(a)～(c)に示す。ここで、図4(a)、(b)はダイバッド部2aを断面U字状に屈曲加工して凸部2bを形成した両持ち、片持ち梁構造のリードフレームを、また図4(c)は肉厚な凸部2bの片側から梁を突き出した片持ち梁構造のリードフレームを示し、凸部2bの端面、および周面を絶縁樹脂層7で覆っている。

【0021】さらに、図5(a)、(b)は実施例1に適用するヒートシンク3の変形例を示すものであり、図5(a)は凸部3aがヒートシンク3の端部に片寄して形成した構造を、図5(b)はヒートシンク3をリードフレームのダイバッド部2aに対応した大きさとして、その端面、周面を絶縁樹脂層7で覆った構造である。

【実施例4】図6はこの発明の請求項4に対応する実施例を示すものである。この実施例においては、ヒートシンク3の上面側にリードフレーム2のダイバッド部2aに向けて先記した実施例1と同様に凸部3aが膨出形成されており、さらに凸部3aよりも外周側の位置（例えば四隅）にパッド状の絶縁スペーサ6を配し、この絶縁スペーサ6を介してリードフレームのダイバッド部2aとヒートシンク3との間に放熱経路となる狭隘な絶縁間隔を確保している。そして、この組立て状態で成形樹脂4により各部材の間を封止し、リードフレーム2とヒートシンク3との間の狭隘な絶縁隙間を樹脂4で充填する。

【0022】ここで、ヒートシンク3の凸部3aの高さhを100μm～2mm、狭隘な絶縁間隔dを50～300μmとして、スペーサ6の高さHをh+dに設定する。なお、絶縁スペーサ6には、両面に接着剤を塗布した絶縁シート、あるいは硬化済の樹脂片（この樹脂片は成形樹脂4、先記の実施例1～3で述べた絶縁樹脂層7と同種、あるいは異種の樹脂）を用いる。

【0023】かかる構成により、成形樹脂4で封止した組立状態では、成形樹脂4と絶縁スペーサ6との間の界面が凸部3aより外れた間隔拡大域に形成されることになり、図10に示した従来構造と較べて、リードフレーム2とヒートシンク3との間にまたがる成形樹脂4／絶縁スペーサ6間の界面長が6～10倍に増加する。これにより、封止樹脂4／絶縁スペーサ6間の界面に起因して電圧印加時に生じる貫通絶縁破壊が起きにくくなり、従来構造と較べて絶縁耐力が向上する。

【0024】なお、前記の凸部はヒートシンク側に形成するほか、リードフレームのダイバッド部の裏面側に形成して実施することもできる。

〔実施例5〕次に、先記の実施例4に対するいくつかの応用実施例を図7(a)～(c)に示す。すなわち、図6の実施例では、リードフレーム2のダイバッド部2aヒートシンク3の凸部3aとの間の狭隘な絶縁間隔を含めて全体を成形樹脂4で封止するようにしている。これに対して、この実施例では凸部3aの周面域を含めてリードフレーム2との間の狭隘間隔が成形樹脂4による封止とは別に良伝熱性の絶縁樹脂層7で封止されている。なお、この絶縁樹脂層7は先述の実施例1で述べた液状樹脂をコーティングして形成することができる。

【0025】ここで、図7(a)は絶縁樹脂層7が凸部3aの頂面、および周面域に形成されており、図7(b)では絶縁樹脂層7が絶縁スペーサ6の内側まで充填され、図7(c)では絶縁樹脂層7が絶縁スペーサ6の外側域にまで充填されている。

【0026】

【発明の効果】以上述べたようにこの発明によれば、半導体チップと、半導体チップをマウントしたリードフレームと、該リードフレームのダイバッド部の裏面側に狭隘な絶縁間隔を隔てて対向配置したヒートシンクとからなり、これら各部材を一体に成形樹脂で封止した樹脂封止型半導体装置において、

(1) リードフレームのダイバッド部、ヒートシンクの少なくとも一方の部材に、対向部材に向けて膨出する凸部を形成するとともに、該凸部の端面、および周面を絶縁樹脂層で覆い、ヒートシンクの上にリードフレームを重ね合わせた状態でその周域を成形樹脂により封止する。

【0027】(2) リードフレームのダイバッド部とヒートシンクとの間に絶縁間隔保持用の絶縁スペーサを介在させた上で、前記絶縁間隔を含めて前記各部材を一体に成形樹脂で封止した樹脂封止型半導体装置において、リードフレームのダイバッド部、ヒートシンクの少なくとも一方の部材に、対向部材に向けて膨出する凸部を形成するとともに、凸部の外側に絶縁間隔保持用の絶縁スペーサを配してヒートシンクとリードフレームとの間に狭隘な絶縁間隔を保持し、この状態で成形樹脂により封止する。

【0028】上記構成によれば、半導体チップをマウントしたリードフレームのダイバッド部とヒートシンクとの間の放熱経路となる狭隘な絶縁間隔(50～300μm)が凸部の端面領域に形成されており、これに対して半導体チップの放熱に殆ど関与しない凸部の外側領域では、リードフレームとヒートシンクとの間の間隔が拡大(例えば500～2000μm)する。したがって、各

部材の全体を成形樹脂で封止した組立状態では、凸部の周面を覆った絶縁樹脂と封止樹脂間の界面、あるいは絶縁スペーサと封止樹脂間の界面が間隔の拡大した領域に形成され、狭隘な絶縁間隔の領域内には絶縁耐力の弱点となる界面が存在しなくなる。

【0029】これにより、リードフレームとヒートシンクとの間の放熱経路領域での熱抵抗を低く抑えつつ、リードフレームとヒートシンクの間にまたがる樹脂間の界面に起因する貫通破壊の耐電圧を従来構造と較べて大幅に高め、放熱性、絶縁耐力に優れた樹脂封止型半導体装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の実施例1に対応する樹脂封止型半導体装置の構成断面図

【図2】この発明の実施例2に対応する樹脂封止型半導体装置の構成断面図

【図3】この発明の実施例3に対応する樹脂封止型半導体装置の構成断面図

【図4】実施例2、3に適用するリードフレームの変形

20 実施例を示し、(a)～(c)はそれぞれ異なる実施例の断面図

【図5】実施例1ないし4に適用するヒートシンクの変形実施例を示し、(a)、(b)はそれぞれ異なる実施例の断面図

【図6】この発明の実施例4に対応する樹脂封止型半導体装置の構成断面図

【図7】実施例4の応用実施例である実施例5に対応する樹脂封止型半導体装置の構成を示し、(a)～(c)はそれぞれ異なる実施例の断面図

30 【図8】従来の樹脂封止型半導体装置の構成断面図

【図9】図8と別な従来の樹脂封止型半導体装置の構成断面図

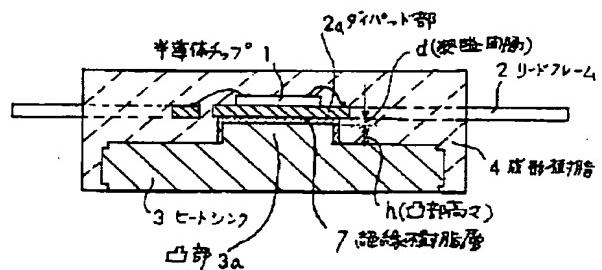
【図10】図9とさらに別な従来の樹脂封止型半導体装置の構成断面図

【符号の説明】

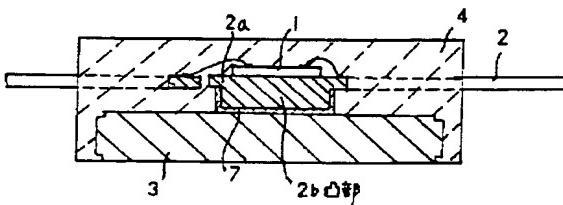
- 1 半導体チップ
- 2 リードフレーム
- 2a ダイバッド部
- 2b 凸部
- 3 ヒートシンク
- 3a 凸部
- 4 成形樹脂
- 6 絶縁スペーサ
- 7 絶縁樹脂層

40

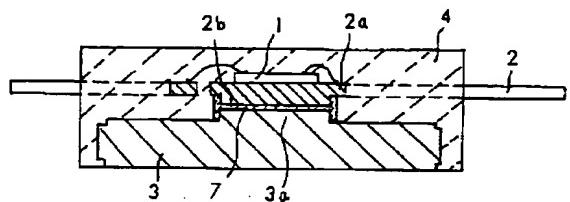
〔図1〕



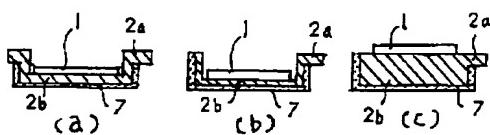
〔図2〕



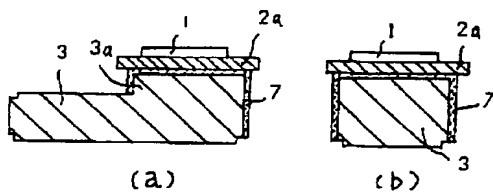
【図3】



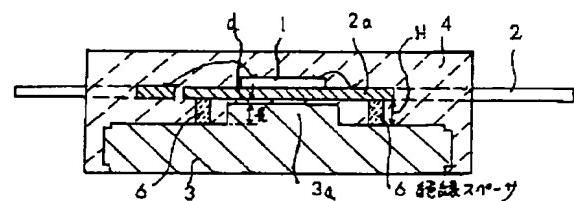
[図4]



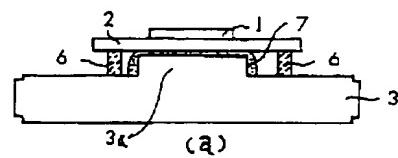
[図5]



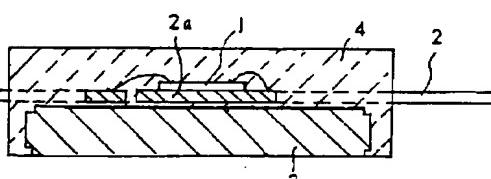
【図6】



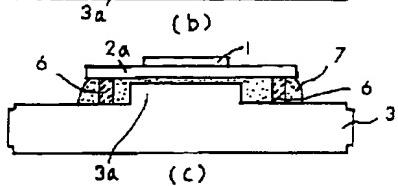
[圖7]



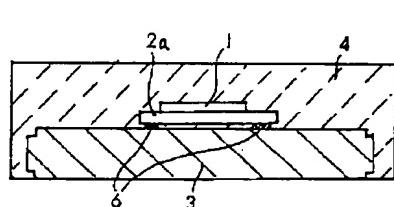
[図8]



[図9]



【図10】



フロントページの続き

(72)発明者 池田 良成
神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号
富士電機株式会社内